Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 2, Summer 2020, p. 169-179

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، ص. ۱۷۹-۱۶۹

مقاله علمی- پژوهشی

بررسی ترکیب شیمیایی و اثر سطوح مختلف سرشاخه هویج در جیره غذایی بر کینتیک هضم و تخمیر شکمبه‌ای در شرایط برون‌تنی

ایوب عزیزی[1*]، مظاهر هاشمی[2]، افروز شریفی[3]، اکبر ابرغانی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۰۲

چکیده

این آزمایش با هدف تعیین ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای سرشاخه هویج در تغذیه نشخوارکنندگان در شرایط برون‌تنی انجام شد. در مرحله اول، ترکیب شیمیایی سرشاخه هویج تعیین گردیده، سپس فراسنجه‌های هضم و تخمیر آن با استفاده از روش‌های تولید گاز و هضم دو مرحله‌ای در مقایسه با یونجه و کاه گندم بررسی گردید. در مرحله دوم، اثر جایگزینی بخش علوفه‌ای جیره غذایی با سطوح صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم از سرشاخه هویج در شرایط برون‌تنی بررسی شد. بر اساس نتایج به دست آمده، میزان پروتئین خام سرشاخه هویج بیشتر از کاه گندم بوده و با یونجه قابل مقایسه بود. در ساعت ۱۶ انکوباسیون، بیشترین و کمترین حجم گاز تولیدی با انکوباسیون سرشاخه هویج و کاه گندم به دست آمد. اما، بیشترین حجم گاز تولیدی در سایر زمان‌های انکوباسیون، و پتانسیل (b) و نرخ (c) تولید گاز با انکوباسیون یونجه و کمترین میزان آن‌ها در کاه گندم مشاهده گردید. به جز سنتز پروتئین میکروبی که بیشترین میزان آن با انکوباسیون سرشاخه هویج و کمترین میزان آن در کاه گندم به دست آمد، در سایر فراسنجه‌های تخمیر بیشترین میزان مربوط به یونجه و کمترین در کاه گندم بود. با افزودن سرشاخه هویج به جای بخش علوفه‌ای جیره تا سطح ۲۰ درصد، به جز سنتز پروتئین میکروبی که به طور معنی‌داری افزایش نشان داد، سایر فراسنجه‌های تولید گاز و تخمیر و هضم مواد مغذی تحت تأثیر قرار نگرفت. در کل، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سرشاخه هویج دارای ارزش تغذیه‌ای مطلوبی بوده، و استفاده از آن به عنوان خوراک در تغذیه نشخوارکنندگان نیازمند انجام مطالعات بیشتر به خصوص روی دام زنده است.

واژه‌های کلیدی: ارزش تغذیه‌ای، تخمیر، تولید گاز، سرشاخه هویج، گوارش‌پذیری.

مقدمه

یکی از مهمترین زیر بخش‌های کشاورزی پرورش دام و تولید پروتئین حیوانی بوده، و با افزایش جمعیت، تقاضا برای مصرف محصولات مذکور رو به افزایش است. در حال حاضر، با توجه به کمبود منابع آبی، افزایش هزینه سوخت‌های فسیلی و رقابت برای غذا تولید خوراک دام دارای محدودیت قابل ملاحظه‌ای است. طی دهه اخیر نیز قیمت جهانی اقلام خوراکی، مانند ذرت، گندم، پودر ماهی و کنجاله سویا به ترتیب ۱۶۰، ۱۱۸، ۱۸۶ و ۱۰۸ درصد افزایش پیدا کرده است (۱۳). بنابراین، در شرایط حاضر استفاده صحیح از ضایعات بخش کشاورزی در تغذیه حیوانات به منظور متوازن نمودن قیمت جیره‌های غذایی، و از این طریق بهبود تولیدات دامی امری ضروری به نظر می‌رسد (۱۴). بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴، نزدیک به ۸۳ میلیون محصول زراعی تولید شده است که حدود ۲۰/۵ درصد آن به تولید سبزیجات اختصاص یافته است (۱). در ایران ضایعات میوه و سبزیجات حدود ۲۵ تا ۴۰ است و در حال حاضر سالانه بین ۳ تا ۵ میلیون تن میوه و سبزی از بین می‌رود (۲۴). سالانه هزینه بسیار زیادی جهت دفع و انهدام این پسماندها صرف می‌شود و از طرفی آلودگی زیست محیطی و تجمع حشرات و حیوانات موذی در محل‌های دفع را نیز به دنبال دارد. کلیه این مواد منشاء گیاهی دارند و میزان پروتئین و سایر مواد مغذی آن‌ها نسبتاً بالا است (۲۴).

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانشجوی دکترای تغذیه دام گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.
۳- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
۴- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران.
(*- ایمیل نویسنده مسئول: azizi.ay@lu.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i2.78541

هویج[1] از جمله سبزیجات ریشه‌ای و زراعی است که سهم آن در تولید سبزیجات جهانی بیش از ۳ درصد است و تقریباً در سراسر ایران تولید می‌شود (۱۳). هویج محصول باغی مهمی است که دارای مقادیر زیادی ترکیبات مفید تغذیه‌ای از جمله کاروتنوئیدها، قندهای محلول و فیبرهای خوراکی در تغذیه انسان است. پس از آبگیری، مقادیر قابل توجهی از این ترکیبات مفید به همراه تفاله هدر می‌رود. هویج تازه بر اساس ماده خشک محتوی ۱۰ درصد پروتئین خام، ۱/۴ درصد چربی خام و بیش از ۶۰ درصد قند (عمدتاً ساکارز) است. علاوه بر این، هویج منبعی غنی از نظر ویتامین C (۳۰۰-۷۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) و کاروتن است (۴). از جمله فرآورده‌های هویج که قابلیت استفاده در تغذیه دام را دارند می‌توان به تفاله هویج[2] حاصل از آبگیری هویج و سرشاخه هویج[3] را اشاره کرد. سرشاخه که همان شاخ برگ یا بوته هویج است، پس از برداشت از ریشه جدا شده و در مزارع رهاسازی می‌شود. این پسماند پس از برداشت میوه، به دلیل ارزش تغذیه‌ای مطلوب می‌تواند به عنوان خوراک به صورت خشک شده یا سیلو شده در تغذیه دام مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه‌ای میزان پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، خاکستر خام، عصاره عاری از ازت، کلسیم و فسفر سرشاخه هویج به ترتیب ۱۴۴، ۲۵/۱، ۱۵۱، ۱۸۹، ۴۹۳، ۲۴/۳ و ۷/۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است (۲۶). برگ‌ها در مقایسه با ساقه محتوای نیتروژن و خاکستر بیشتری داشته اما فیبر کمتری دارند (۱۱، ۲۳). به دلیل وجود مقادیر اندکی ترکیبات فنولیک و به خصوص تانن در سرشاخه هویج (۲۶)، و اثر این ترکیبات که اخیراً از آن‌ها به عنوان افزودنی‌های خوراکی جهت کاهش تجزیه پروتئین در شکمبه نام برده می‌شود، خصوصیات تغذیه‌ای این پسماند را جذاب‌تر خواهد نمود. تاکنون مطالعات اندکی در خصوص بررسی ارزش تغذیه‌ای سرشاخه هویج به عنوان یک پسماند کشاورزی جدید در تغذیه نشخوارکنندگان انجام شده است. لذا در پژوهش حاضر ابتدا، ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای سرشاخه هویج توسط آزمون‌های برون‌تنی در مقایسه با کاه گندم و یونجه تعیین گردید. سپس، اثر سطوح مختلف پسماند مذکور بر فراسنجه‌های تولید گاز و تخمیر و گوارش‌پذیری مواد مغذی در جیره بره‌های پرواری در شرایط برون‌تنی تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌های آزمایشی و تعیین ترکیبات شیمیایی

این آزمایش در پاییز ۱۳۹۶ در آزمایشگاه تغذیه دام تکمیلی دانشگاه لرستان انجام گرفت. در این مطالعه ابتدا ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای سرشاخه هویج با دو ماده خوراکی دیگر یعنی کاه گندم و یونجه مقایسه گردید. سپس، بر اساس نتایج حاصله، سطوح مختلف سرشاخه هویج جایگزین بخش علوفه‌ای جیره غذایی (شامل کاه گندم و یونجه) گردید. بدین منظور، میزان مورد نیاز سرشاخه هویج از مزارع تجاری کشت هویج شهرکرد واقع در استان چهارمحال و بختیاری جمع‌آوری شده و در آون با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. سپس نمونه‌ها با آسیاب دارای قطر منافذ الک یک میلی‌متری آسیاب شدند. ترکیب شیمیایی سرشاخه هویج، کاه گندم و یونجه در جدول ۲ ارائه شده است.

آزمون تولید گاز و فراسنجه‌های تخمیر

از دو رأس گوسفند فیستولاگذاری شده به عنوان دهنده مایع شکمبه برای انجام آزمون تولید گاز استفاده گردید. محتویات شکمبه از دام‌های مذکور که حداقل به مدت دو هفته با جیره غذایی حاوی ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسانتره تغذیه شده بودند، قبل از خوراک‌دهی وعده صبح توسط پمپ خلاء جمع‌آوری گردید. جیره آزمایشی گوسفندان محتوی ۴۰ درصد کاه گندم، ۱۰ درصد سیلاژ ذرت، ۱۰ درصد یونجه خشک، ۲۷ درصد بلغور ذرت،۱۱ درصد سبوس گندم، ۰/۹ درصد اوره، ۰/۵۵ درصد کربنات کلسیم، ۰/۲۵ درصد مواد معدنی و ویتامینه و ۰/۲۵ درصد نمک بر حسب ماده خشک بود که بر اساس جداول احتیاجات تغذیه‌ای تهیه گردید (۲۲). محتویات شکمبه اخذ شده در هر مرحله در یک فلاسک عایق که از قبل توسط گاز دی اکسید کربن بی‌هوازی شده بود، در دمای ۳۹ درجه سانتی گراد سریعاً (در کمتر از ۲۰ دقیقه) به آزمایشگاه منتقل گردید. قبل از تزریق به داخل ویال‌های آزمایشی، محتویات شکمبه توسط چهار لایه پارچه پنیر صاف گردید. دو مرحله آزمون تولید گاز برون‌تنی و هر کدام در سه دوره[4] مجزا انجام شد.

در مرحله اول، ارزش تغذیه‌ای سرشاخه هویج با کاه گندم و یونجه (۳ تیمار آزمایشی، ۱۰ تکرار در هر تیمار) مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور میزان ۲۵۰ میلی‌گرم نمونه علوفه‌ای خشک آسیاب شده با اندازه ذرات ۱ میلی‌متر به داخل هر ویال برای تعیین پارامترهای آزمون تولید گاز قرار داده شد. سپس، هر ویال که از قبل دمای آن با قرار دادن در بن‌ماری به ۳۹ درجه‌سانتی‌گراد رسیده بود، با ۵ میلی‌لیتر مایع شکمبه صاف شده و ۲۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی تلقیح گردید (۱۹). جهت حصول اطمینان از شرایط بی‌هوازی، گاز دی اکسید کربن به شیرابه شکمبه صاف شده و بزاق مصنوعی قبل و پس از تزریق به داخل ویال‌ها نیز تزریق گردید. سه ویال نیز به عنوان بلانک (تنها محتوی مایع شکمبه و بزاق مصنوعی) در نظر گرفته شد. سپس درب ویال‌ها بسته شد و در بن‌ماری با دمای حدود ۳۹ درجه

1- Carrot
2- Carrot pulp
3- Carrot tops
4- Run

سانتی‌گراد انکوبه شدند. میزان گاز تولیدی در ویال‌ها (۵ تکرار در هر تیمار) توسط دستگاه فشارسنج در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون اندازه‌گیری شد. برای تعیین پارامترهای تولید گاز از معادله ($P = b(1 - e^{-ct})$ استفاده گردید (۹). در معادله مذکور b گاز تولیدی از بخش تخمیرپذیر (میلی‌لیتر)، c نرخ تولید گاز در ساعت، t زمان انکوباسیون بر حسب ساعت و P میزان گاز تولیدی (میلی‌لیتر) در زمان مورد نظر می‌باشد.

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک یا واحد ذکر شده) جیره‌های آزمایشی بره پرواری حاوی سطوح مختلف سرشاخه هویج جهت انکوباسیون آزمایشگاهی

Table 1– Ingredients and chemical composition (g/kg diet DM or as stated) of fattening lambs diet containing different levels of carrot tops for *in vitro* incubation

اقلام خوراکی Ingredients	سطح سرشاخه هویج در جیره (گرم در کیلوگرم ماده خشک) Level of carrot tops in the diet (g/kg DM)				
	0	50	100	150	200
یونجه خشک Alfalfa hay (dried)	150	110	70	20	0
کاه گندم Wheat straw	100	90	80	80	50
سرشاخه هویج Carrot tops	0	50	100	150	200
ذرت آسیاب شده Corn grain, ground	140	140	140	140	140
جو آسیاب شده Barley grain, ground	350	350	350	350	350
کنجاله سویا Soybean meal	80	80	80	80	80
سبوس گندم Wheat bran	150	150	150	150	150
مکمل معدنی-ویتامینه Vitamin-mineral premix	10	10	10	10	10
نمک Salt	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	10	10	10	10	10
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
ترکیب شیمیایی Chemical composition					
ماده خشک (وزن تر) Dry matter (fresh weight)	921	882	843	804	765
ماده آلی Organic matter	920	918	915	912	910
پروتئین خام Crude protein	135	135	136	135	138
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber (NDF)	337	328	318	312	296
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber (ADF)	162	155	149	144	134
انرژی قابل متابولیسم Metabolizable energy (MJ/kg DM)	10.7	10.7	10.6	10.6	10.6

پنج تکرار (ویال) باقیمانده دیگر به ازای هر تیمار آزمایشی در این مرحله، به منظور تعیین فراسنجه‌های تخمیر شامل گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم نمونه‌های آزمایشی و فراسنجه‌های تخمیر شامل pH، نیتروژن آمونیاکی، سنتز پروتئین میکروبی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در نظر گرفته شد. پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (۲۷)، ابتدا میزان گاز تولیدی هر ویال ثبت گردید. سپس درب ویال‌ها باز گردیده و pH آن‌ها به وسیله دستگاه pH متر (مدل ۷۴۴؛ شرکت Metrohm سوئیس) ثبت گردید. محتوای هر ویال با ۲۰۰۰g به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. بقایای هر ویال جمع آوری و خشک گردید. میزان گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک از اختلاف وزن سوبسترای اولیه و وزن بقایا پس از انکوباسیون محاسبه گردید. جهت تعیین میزان نیتروژن آمونیاکی، نمونه‌های سوپرناتانت (۵ میلی‌لیتر) سریعاً با یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط شده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

میزان گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم جیره‌های آزمایشی به ترتیب بر اساس معادلات زیر (روابط ۱ و ۲) تخمین زده شد (۲۱):

$$\text{IVOMD (g/kg OM)} = 148.8 + 8.89\ \text{GAS} + 4.50\ \text{CP} + 6.51\ \text{XA} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\text{ME (MJ/kg DM)} = 2.20 + 0.136\ \text{GAS} + 0.057\ \text{CP} + 0.0029\ \text{CP}^2 \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در این معادلات IVOMD[1] میزان گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده آلی؛ GAS میزان گاز خالص تولیدی برای ۲۰۰ میلی گرم سوبسترا پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (۲۱)، CP میزان پروتئین خام به صورت گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک؛ XA خاکستر به صورت گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک و ME انرژی قابل متابولیسم می‌باشد.

تولید پروتئین میکروبی (MPS) به صورت زیر (رابطه ۳) محاسبه گردید (۹):

$$\text{MP (mg/g DM)} = \text{mg ADS} - (\text{ml gas} \times 2.2\ \text{mg/ml}) \quad \text{رابطه (۳)}$$

که ADS[2] سوبسترای هضم شده ظاهری شکمبه‌ای و ۲/۲ عامل استوکیومتری بر حسب میلی‌گرم کربن، هیدروژن و اکسیژن مورد نیاز برای سنتز اسیدهای چرب کوتاه زنجیر است.

اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با استفاده از معادله زیر (رابطه ۴) محاسبه شد (۱۵):

$$\text{SCFA (mmol/200 mg DM)} = 0.0222\text{GP} - 0.0042 \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن GP حجم گاز تولیدی پس از ۱۶ ساعت انکوباسیون می‌باشد.

با توجه به خصوصیات تغذیه‌ای سرشاخه هویج بر اساس نتایج مرحله اول آزمایش (محتوای فیبر بالا و پروتئین خام متوسط)، در سری دوم آزمون تولید گاز اثر سطوح صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم از آن در کیلوگرم ماده خشک که جایگزین بخش علوفه‌ای (کاه گندم و یونجه) جیره غذایی بره پرواری گردیده بود، مورد بررسی قرار گرفت. اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف سرشاخه هویج در جدول ۱ ارائه شده است. در مرحله دوم آزمون تولید گاز، به دلیل کنسانتره‌ای بودن جیره‌ها، فراسنجه‌های تخمیر (مشابه مرحله اول) در زمان ۱۶ ساعت پس از انکوباسیون تعیین شدند (۲۷).

تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

میزان ماده خشک نمونه‌ها در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت تعیین گردید (۵). میزان خاکستر خام در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد تعیین شد و میزان ماده آلی از اختلاف بین وزن ماده خشک نمونه اولیه با وزن خاکستر محاسبه گردید (۵). میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) (۲۵) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) محاسبه شدند (۵). میزان نیتروژن آمونیاکی با استفاده از معرف‌های فنول و هیپوکلریت اندازه‌گیری شد (۱۰).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تولید گاز، تخمیر و گوارش‌پذیری نمونه‌ها با استفاده از رویه مختلط و توسط نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۵) با استفاده از مدل آماری زیر (رابطه ۵) صورت گرفت:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + R_j + e_{ijk} \quad \text{رابطه (۵)}$$

در این مدل Y_{ijk}، μ، T_i، R_j و e_{ijk} به ترتیب رکورد مشاهده شده، میانگین کل، اثر تیمار آزمایشی iام، اثر دوره آزمایش jام و اثر خطای آزمایشی بود. مقایسه میانگین‌های صفات آزمایشی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

در جدول ۲ نتایج ترکیب شیمیایی سرشاخه هویج، یونجه و کاه گندم نشان داده شده است. همان طوری که قبل انتظار است، سرشاخه هویج دارای ماده خشک و ماده آلی کمتری نسبت به دو ماده خوراکی دیگر یعنی یونجه و کاه گندم بود ($P<0/05$). میزان پروتئین خام سرشاخه هویج (۱۳۲ گرم در کیلوگرم ماده خشک) به طور قابل توجهی بیشتر از کاه گندم (۳۲/۲ گرم در کیلوگرم) بوده ($P<0/05$) و نیز قابل مقایسه با یونجه (۱۴۶ گرم در کیلوگرم) بود. سرشاخه هویج میزان لیگنین کمتری نسبت به کاه گندم و یونجه را

1- *In vitro* Organic Matter Disappearance
2- Apparently Digested Substrate

به خود اختصاص داد (P<۰/۰۵). همچنین، میزان NDF و ADF این پسماند در مقایسه با دیگر خوراک‌های آزمایشی کمتر بود (P<۰/۰۵).

در تحقیق حاضر محتوای پروتئین خـام مطلـوب و قابـل توجـه سرشاخه هویج و نیز میزان لیگنین کمتر این پسماند در مقایسه با گاه گندم و یونجه، ترکیب شیمیایی قابل قبـول (جـدول ۲) آن را جهـت استفاده در جیره غذایی نشخوارکنندگان نشان داد. در مطالعه‌ای میزان پروتئین خام سرشاخه هویج ۱۴۴ گرم در کیلوگرم ماده خشـک بیـان گردید (۲۶) که مطابق با نتایج پژوهش حاضـر اسـت. همچنـین، در تحقیق دیگری میزان پـروتئین خـام سرشـاخه هـویج ۱۵۰ گـرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش گردید (۲۳). باید بیان نمود کـه نشـان داده شده است که میزان پروتئین خام برگ‌های سرشاخه هویج بیش از میزان کل سرشاخه آن (۱۵۰ نسبت به ۲۲۲ گرم در کیلوگرم مـاده خشک) است (۲۳). در کل، نتایج مربوط به پـروتئین خـام سرشـاخه هویج در مطالعه حاضر تأیید کننده نتایج سازمان فائو (۱۳) است کـه میزان پروتئین خام این پسماند را در حـدود ۱۲-۱۱ درصـد گـزارش کرده است. محتوای چربی خام، فیبـر خـام، عصـاره عـاری از ازت و خاکستر خام سرشاخه هویج در پژوهشی به ترتیب ۲۵/۱، ۱۵۱، ۴۹۴ و ۱۸۹ گرم در کیلوگرم ماده خشک به دست آمده است (۲۶)، که نشان دهنده بیشتر بودن خاکستر خام و کمتـر بـودن محتـوای مـاده آلـی سرشاخه هویج مورد استفاده در مطالعه حاضر است. سرشاخه هویج در مقایسه با علوفه برسیم دارای عصاره عاری از ازت بیشتر امـا میـزان پروتئین خام و فیبر خام کمتری بوده است (۸). به هـر حـال، وجـود اختلاف در ترکیـب شـیمیایی پسـماند مـذکور در مطالعـات مختلـف احتمالاً به دلیل نوع واریته هویج، منطقه جغرافیایی، نوع خاک، زمان برداشت گیاه و نسبت برگ به ساقه باشد (۲۳).

جدول ۲- اقلام خوراکی مورد استفاده و ترکیب شیمیایی آن‌ها (گرم در کیلوگرم ماده خشک یا واحد ذکر شده)[1]

Table 2- Ingredient used and their chemical composition (g/kg DM or as stated)[1]

ترکیب شیمیایی Chemical composition	نوع ماده خوراکی Type of feed ingredient				
	سرشاخه هویج Carrot tops	یونجه Alfalfa	کاه گندم Wheat straw	SEM[2]	P-value[1]
ماده خشک (وزن تر) Dry Matter (fresh weight)	160[b]	936[a]	946[a]	9.55	<0.01
ماده آلی Organic matter	850[b]	902[a]	904[a]	9.76	0.04
پروتئین خام Crude Protein	132[a]	146[a]	32.2[b]	5.97	0.03
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral Detergent Fiber (NDF)	280[c]	408[b]	717[a]	7.87	<0.01
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid Detergent Fiber (ADF)	230[c]	334[b]	463[a]	8.56	<0.01
لیگنین Lignin	65.4[c]	78.6[ab]	86.5[a]	2.72	0.02

[1] در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

[2]Standard error of the means

همانطوری که در جدول ۳ نشان داده شده است از نظر تولید گاز در زمان‌های مختلف اختلاف آمـاری معنـی‌داری بـین خـوراک‌هـای آزمایشی وجود داشت. در زمـان‌هـای اولیـه انکوباسـیون (زمـان ۱۶ ساعت)، بیشترین حجم گاز تولیدی با انکوباسیون سرشاخه هویج بـه دست آمد که اختلاف معنی‌داری با یونجه نداشت، اما به طـور قابـل توجهی بیشتر از کاه گندم بود (P<۰/۰۵).

در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون، بیشـترین میـزان تولیـد گـاز بـا انکوباسیون یونجه و کمترین میزان آن در کاه گنـدم حاصـل گردیـد (P<۰/۰۵). بیشترین میزان تولید گاز در سایر زمان‌های انکوباسـیون یعنی ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت (پایان انکوباسیون)، و نیز پتانسـیل (b) و نرخ (c) تولید گاز با انکوباسیون یونجه و کمترین میزان صفات مذکور در کاه گندم مشاهده گردید (P<۰/۰۵). هرچند، در صفات فوق‌الـذکر اختلاف معنـی‌داری بـین یونجـه و سرشـاخه هـویج وجـود نداشـت. بیشترین میزان گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی، تخمین انرژی قابل متابولیسم، غلظت آمونیاک و اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر با انکوباسیون یونجه و کمترین میزان آن‌ها در کاه گندم حاصل گردیـد (P<۰/۰۵). هرچنـد، بیشـترین میـزان سـنتز پـروتئین میکروبـی بـا انکوباسیون سرشاخه هویج و کمترین میزان آن در کاه گندم به دست آمد (P<۰/۰۵). میزان pH تحت تاثیر نوع ماده خوراکی قرار نگرفت.

جدول ۳- فراسنجه‌های تخمیر خوراک‌های آزمایشی با استفاده از آزمون تولید گاز

Table 3- Fermentation parameters of experimental diets using *in vitro* gas production technique

فراسنجه‌های تخمیر Fermentation parameters	نوع ماد خوراکی Type of feed ingredient			SEM[2]	P-value[1]
	سرشاخه هویج Carrot tops	یونجه Alfalfa	کاه گندم Wheat straw		
فراسنجه‌های تولید گاز Gas Production (GP) Parameters (ml)					
گاز تولیدی ۱۶ ساعت GP at 16 h	27.7[a]	26.9[a]	10.4[b]	0.97	<0.01
گاز تولیدی ۲۴ ساعت GP at 24 h	46.6[b]	53.5[a]	21.4[c]	1.76	<0.01
گاز تولیدی ۴۸ ساعت GP at 48 h	58.3[a]	58.6[a]	32.3[b]	2.33	<0.01
گاز تولیدی ۷۲ ساعت GP at 72 h	60.1[a]	63.6[a]	35.5[b]	2.31	<0.01
کل گاز تولیدی Total GP	62.9[a]	65.3[a]	39.4[b]	2.39	<0.01
پتانسیل تولید گاز Potential of GP (b)	63.4[a]	66.8[a]	42.2[b]	2.42	<0.01
نرخ تولید گاز Rate of GP (c)	0.06[a]	0.07[a]	0.04[b]	0.002	<0.01
فراسنجه‌های تخمیر Fermentation Parameters					
IVDMD[3]	61.1[a]	63.9[a]	36.7[b]	2.22	<0.01
IVOMD[4]	64.1[a]	65.8[a]	38.4[b]	2.44	<0.01
انرژی قابل متابولیسم Metablizable Energy (MJ/kg DM)	7.38[b]	7.94[a]	5.63[c]	0.013	<0.01
pH	6.13	6.23	6.31	0.09	0.26
نیتروژن آمونیاکی Ammonia-N (mg/dl)	15.5[a]	16.1[a]	11.2[b]	0.43	<0.01
اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر Short Chain Fatty Acids (mmol/g DM)	1.89[a]	2.02a	0.69[b]	0.07	<0.01
پروتئین میکروبی Microbial Protein (mg/g DM)	133[a]	114[a]	95.7[b]	5.51	<0.01

[1] میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند (P<۰/۰۵).

[1]Means within a row with different superscript letters are different (P<0.05).
[2]Standard error of the means
[3]*In vitro* dry matter disappearance
[4]*In vitro* organic matter disappearance

افزایش تولید گاز در زمان‌های مختلف انکوباسیون و نیز گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی با انکوباسیون سرشاخه هویج و یونجه نسبت به کاه گندم (جدول ۳) احتمالاً به دلیل محتوی کربوهیدرات محلول بیشتر و دیواره سلولی و لیگنین کمتر (جدول ۲) آن‌ها بوده است. زیرا نشان داده شده است که محتوی فیبر به ویژه لیگنین اثر منفی بر تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی دارد (۲۰). این همبستگی منفی بین گاز تولیدی و دیواره سلولی ممکن است به دلیل کاهش فعالیت میکروبی در طول زمان انکوباسیون باشد. با این که میزان پروتئین خام سرشاخه هویج و یونجه با هم قابل مقایسه است، اما غلظت آمونیاک شکمبه با انکوباسیون یونجه به طور قابل توجهی بیشتر از سرشاخه بود. علت این امر احتمالاً وجود ترکیبات فنولیک موجود در سرشاخه هویج بوده است که با کند نمودن روند آزادسازی نیتروژن سبب حداکثر استفاده از آمونیاک جهت سنتز پروتئین میکروبی شده است. اثرات مثبت ترکیبات فنولیک بر متابولیسم نیتروژن در مطالعات بسیاری نشان داده شده است (۳، ۱۸). همچنین، می‌توان از غلظت آمونیاک شکمبه به عنوان یک شاخص جهت سنتز

پروتئین میکروبی استفاده نمود (۶، ۷)، که در مطالعه حاضر نیز کاهش غلظت آمونیاک شکمبه با انکوباسیون سرشاخه هویج در مقایسه با یونجه احتمالاً نشان دهنده استفاده از آن جهت حداکثر سنتز پروتئین میکروبی بوده است.

در جدول ۴ نتایج مربوط به اثر جایگزینی سطوح مختلف سرشاخه هویج در جیره بره پرواری بر فراسنجه‌های تخمیر نشان داده شده است. افزودن سرشاخه هویج به جای بخش علوفه‌ای جیره غذایی تا سطح ۲۰ درصد ماده خشک سبب افزایش معنی‌دار سنتز پروتئین میکروبی شد (P<۰/۰۵)، هرچند از لحاظ عددی غلظت آمونیاک مایع شکمبه را کاهش داد (P>۰/۰۵). سایر فراسنجه‌های تولید گاز و تخمیر و گوارش‌پذیری مواد مغذی تحت تأثیر سطح سرشاخه هویج در جیره غذایی قرار نگرفتند.

بر اساس نتایج جدول ۴، تمام فراسنجه‌های تولید گاز و تخمیر جیره‌های حاوی سطوح مختلف سرشاخه هویج مشابه با جیره شاهد عمل نموده، هرچند سنتز پروتئین میکروبی با افزایش میزان سرشاخه افزایش یافت (P<۰/۰۵). علت بهبود توده میکروبی با افزایش سطح سرشاخه هویج احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات فنولیک آن و به ویژه تانن بوده است که سبب ایجاد کمپلکسهای تانن-پروتئین شده و از این طریق سبب حداکثر استفاده از آمونیاک تولیدی در شکمبه شده است.

جدول ٤- فراسنجه‌های تخمیر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف سرشاخه هویج

Table 4- Fermentation parameters of experimental diets containing different levels of carrot tops

فراسنجه‌های تخمیر Fermentation parameters	سطح سرشاخه هویج در جیره (گرم در کیلوگرم ماده خشک) Level of carrot tops in the diet (g/kg diet)					SEM[2]	P-value[1]
	0	50	100	150	200		
فراسنجه‌های تولید گاز Gas production (GP) parameters (ml)							
گاز تولیدی ۱۶ ساعت GP at 16 h	38.3	35.3	37.5	39.4	37.3	1.97	0.34
گاز تولید ۲۴ ساعت GP at 24 h	58.4	60.5	59.5	60.2	59.4	2.04	0.43
گاز تولیدی ۴۸ ساعت GP at 48 h	75.6	76.6	75.4	74.4	77.6	2.11	0.41
گاز تولیدی ۷۲ ساعت GP at 72 h	84.6	83.8	85.5	82.9	84.7	2.43	0.53
کل گاز تولیدی Total GP	89.5	88.7	86.5	89.7	88.6	3.33	0.56
پتانسیل تولید گاز Potential of GP	92.2	92.1	89.8	91.2	90.8	3.45	0.34
نرخ تولید گاز Rate of GP	0.07	0.06	0.08	0.065	0.06	0.003	0.26
فراسنجه‌های تخمیر Fermentation parameters							
IVDMD	64.6	65.5	65.7	66.1	66.3	1.67	0.32
IVOMD	67.5	67.8	67.9	68.1	68.3	1.88	0.38
انرژی قابل متابولیسم Metabolizable energy	8.77	8.80	8.79	8.81	8.85	0.287	0.54
pH	6.26	6.28	6.17	6.22	6.14	0.087	0.28
نیتروژن آمونیاکی Ammonia-N	17.8	17.5	17.1	17.2	16.5	0.98	0.46
اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر Short chain fatty acids	3.56	3.52	3.49	3.55	3.44	0.22	0.23
پروتئین میکروبی Microbial protein	345^{b}	351^{b}	361^{ab}	365^{ab}	375^{a}	7.67	0.03
ضریب تفکیک Partitioning factor	3.56	3.48	3.55	3.61	3.59	0.067	0.28

[1] میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند (P<۰/۰۵).

[1] Means within a row with different superscript letters are different (P<0.05).

[2] Standard error of the means

[3] *In vitro* dry matter disappearance

[4] *In vitro* organic matter disappearance

مطابق با این نتایج، در مطالعه‌ای نیز مکمل نمودن منابع پروتئینی جیره غذایی گاوهای نر پرواری با مکمل تاننی سبب کاهش غلظت آمونیاک مایع شکمبه و به تبع، افزایش عملکرد شکمبه آنها شده است (۱۸). نتایج حاصله نشان می‌دهد که در شرایط کشور ایران که کمبود مواد خوراکی مشهود می‌باشد، استفاده از سرشاخه هویج به عنوان یک منبع خوراکی جایگزین جدید تا سطح ۲۰ درصد ماده خشک جیره غذایی نشخوارکنندگان امیدوارکننده بوده و نتایج مطلوبی را نیز به دنبال دارد.

در ارتباط با اثر سرشاخه هویج بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه اطلاعات اندکی وجود دارد. هرچند مطالعات کمی روی دام زنده صورت گرفته است. به عنوان مثال، در آزمایشی استفاده از سرشاخه هویج تا سطح ۵۰ درصد ماده خشک به جای بخش علوفه‌ای جیره گوسفندان نژاد رحمانی[1] سبب افزایش گوارش‌پذیری مواد مغذی گردید (۸). همچنین، افزودن ۲۰ درصد سرشاخه هویج به جای علوفه *تریفولیوم الکساندریوم*[2] در جیره خرگوش سبب بهبود عملکرد رشد و ضریب تبدیل خوراک شده است (۱۲). هرچند، استفاده از سطوح بیشتر از آن در جیره عملکرد رشد را کاهش داده است (۱۶). در مطالعه دیگری استفاده از سرشاخه هویج به میزان ۵ درصد ماده خشک جیره غذایی مرغان تخمگذار سبب افزایش غلظت بتا کاروتن تخم مرغ شده است، بدون آن که اثر منفی بر وزن تخم مرغ داشته باشد (۱۷).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سرشاخه هویج دارای ارزش تغذیه‌ای قابل توجهی بوده، و استفاده از آن به عنوان یک منبع خوراکی جایگزین جدید تا سطح ۲۰ درصد ماده خشک به جای بخش علوفه‌ای جیره غذایی در شرایط برون‌تنی قابل توصیه است. هرچند، جهت تأیید یافته‌های پژوهش حاضر بررسی اثرات سرشاخه هویج در شرایط دام زنده ضروری به نظر می‌رسد. انجام مطالعات بیشتر به خصوص تعیین ترکیبات فنولی و مواد ضد مغذی، و نیز تعیین پروفیل مواد معدنی این پسماند کمک ارزنده‌ای جهت استفاده بهینه از آن در تغذیه نشخوارکنندگان خواهد بود.

سپاسگزاری

در اینجا لازم می‌داند از معاونت پژوهشی دانشگاه لرستان، به خاطر فراهم نمودن امکانات لازم و آزمایشگاه جهت انجام پژوهش حاضر تشکر و قدردانی به عمل آید.

منابع

1- Agriculturure Statistics of Iran. 2016. Volume I: Report on the production of crops in the crop year of 2015-2016. P. 4-5 (In Persian).
2- Agricultural and Food Research Council. 1992. Technical committee on responses of nutrients, Report No 9. Nutritive requirements of ruminant animal: Protein. Nutrition Abstract and Review., Series b, CAB International, Wallingford, Oxon.
3- Alipour, D., and Y. Rouzbehan. 2010. Effects of several levels of extracted tannin from grape pomace on intestinal digestibility of soybean meal. Livestock Science, 128: 87–91.
4- ANSES. 2008. French Food Composition Table. Agence nationale de securite sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail.
5- AOAC International. 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
6- Azizi-Shotorkhoft, A., J. Rezaei, and H. Fazaeli. 2013. The effect of different levels of molasses on the digestibility, rumen parameters and blood metabolites in sheep fed processed broiler litter. Animal Feed Science and Technology, 179: 69–76.
7- Azizi-Shotorkhoft, A., Y. Rouzbehan, and H. Fazaeli. 2012. The influence of the different carbohydrate sources on utilization efficiency of processed broiler litter in sheep. Livestock Science, 148: 249–254.
8- Bassiouni, M. I., N. M. Eweedah, and M. K. Mohsen. 1999. Nutritional value of carrot-tops in ruminant rations. Egyptian Journal of Nutrition and Feeds. 2: 131-141.
9- Blümmel, M., H. Steingss, and K. Becker. 1997. The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and ^{15}N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. British Journal of Nutrition. 77: 911–921.
10- Broderick, G., and J. H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in

1- Rahmani Sheep
2- *Trifolium alexandrium*

ruminal fluid and *in vitro* media. Journal of Dairy Science, 63: 64–75.
11- Carlsson, R., and P. Hanczakowski. 1989. Waste green parts of plants as raw material for leaf protein concentrate production. Biological Wastes, 28: 83-90.
12- Eleraky, W. A. 1996. Utilization of some untraditional feedstuffs in nutrition of rabbits. Egyptian Journal of Rabbit Science, 6: 109−119.
13- Food and Agriculture Organization. 2013. Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. RAP Publication, Rome, Italy.
14- Fazaeli, H., and N. Frough Ameri. 2006. Utilization of pistachio by product in the diet of finishing calves. In: Proceeding of the EAAP annual meeting, Antalya, Turkey, C33: 51p.
15- Getachew, G., H. P. S. Makkar, and K. Becker. 2002. Tropical browses: contents of phenolic compounds, *in vitro* gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and *in vitro* gas production. Journal of Agricultural Science, 139: 341–352.
16- Ibrahim, M. R. M. 2000. Efficiency of using peanut hay and carrot-tops hay for feeding growing rabbits. Egyptian Journal of Rabbit Science, 10: 147−156.
17- Ishikawa, S., H. Murakami, M. Yamazaki, M. Tachikawa, and M. Takemasa. 1999. Effect of carrot leaf supplementation on egg yolk beta-carotene content and egg quality. Japanese Poultry Science, 36: 275−283.
18- Jolazadeh, A. R., M. Dehghan-banadaky, and K. Rezayazdi. 2015. Effects of soybean meal treated with tannins extracted from pistachio hulls on performance, ruminal fermentation, blood metabolites and nutrient digestion of Holstein bulls. Animal Feed Science and Technology, 203: 33-40.
19- Marten, G. C., and R. F. Barnes. 1980. Prediction of energy digestibility of forages with *in vitro* rumen fermentation and fungal enzymes systems. In: Pidgen, W. J., C. C. Balch, and M. Graham, (Eds), Standardization of analytical methodology for feeds. (pp 61-71.) International Development Research Center, Ottawa.
20- Melaku, S., K. J. Peters, and A. Tegegne. 2003. *In vitro* and *in situ* evaluation of selected multipurpose trees, wheat bran and *Lablab purpureus* as potential feed supplements of tef (*Eragrostistef*) straw. Animal Feed Science and Technology, 108: 159-179.
21- Menke, K. H., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28: 7–55.
22- National Research Council. 2007. National Research Council, Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington (DC, USA): National Academy of Sciences.
23- Phillips, D. 2005. Carrot nutrition and irrigation. Government of Western Australia. Farm Note No. 94/90.
24- Teymournezhad, N., M. Zahedifar, A. Nikkhah, and H. Fazaeli. 2007. Nutritive value of fruit and vegetable wastes in ruminants. Pajuhesh and Sazandegi, 76: 168-173 (In Persian).
25- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583–3597.
26- Venkataramanan, R., S. Gunasekaran, C. Sreekumar, R. Anikumar, and M. Iyue. 2015. Nutritional value and suitability of carrot whole top as green fodder. Indian Journal of Veterinary and Animal Science Research, 44(1): 49-52.
27- Vercoe, P. E., H. P. S. Makkar, and A. C. Schlink. 2010. *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies. Springer Verlag Gmbh.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 2, Summer 2020, p. 169-179

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، ص. ۱۷۹-۱۶۹

Investigating Chemical Composition and Effects of Different Dietary Levels of Whole Carrot Tops on Ruminal Digestion and Fermentation Kinetics *in vitro*

A. Azizi[1*]- M. Hashemi[2]- A. Sharifi[3]- A. Abarghani[4]

Submitted: 16-01-2019
Accepted: 24-07-2019

Introduction° Animal husbandry is one of the most important agriculture sectors, and with increasing population; demand for animal products has been increased. Currently, due to shortage of water and feed resources as well as increased compete for production of food between human and animals, cost of animal feeds has been enhanced considerably. The global price of feed ingredients such as corn, wheat, fish meal and soybean meal has increased by 160, 118, 186 and 108%, respectively in the previous years. Thus, in this situation, using agro-industrial by-products in the ruminant diets could reduce feed production costs and also improve profitability. Whole carrot tops (WCT) are one of such agricultural byproducts. It remains after harvesting the main product (carrot) and could be used as silage for animal nutrition. Crude protein (CP), crude fiber, ash, nitrogen free extract, Ca and P contents of WCT has been reported 144, 25.1, 151, 189, 493, 24.3 and 7.7 g/kg DM respectively. In another study, WCT contained 11−12% CP, 17% crude fiber and up to 18% ash due to residual dirt. Leaves in WCT have more nitrogen and ash but lower fiber content compared to stems. Due to phenolic content of WCT, using it in ruminant nutrition may be improves rumen protein metabolism via binding dietary CP content. WCT replacing 50% of berseem hay in the diet of Rahmani sheep increased nutrient digestibility. Adding WCT up to 20−30% at the expense of *Trifolium alexandrium* hay in growing rabbit rations improved growth performance and feed conversion efficiency. However, higher levels (67 to 100%), replacing clover hay in the diet, depressed the performance of growing rabbits. There are a few reports about investigating the nutrition value of WCT as a new by-product in animal nutrition. Therefore, this study was conducted to evaluate chemical composition, *in vitro* gas production (IVGP), fermentation parameters and nutrient digestibility of WCT compared to alfalfa and wheat straw (WS) using IVGP technique. Effects of different dietary levels of WCT at the expense of forage potion up to 20 % of dry matter (DM) were also investigated using IVGP technique.

Material and Methods This study was conducted in animal house and laboratories of Lorestan University. Two Lori sheep (about two years old) with permanent rumen fistula were used as rumen liquor donor in present work. A two-week diet adaptation period was followed by collection of the rumen contents from each sheep before the morning feeding. Four complete carrot plants were collected during October 2017 from commercial carrot field in Share-Kord city (Iran). At the first part, chemical composition, IVGP and fermentation parameters of WCT were determined compared to alfalfa and WS (totally three treatments). After that, different levels of WCT including 0, 5, 10, 15 and 20 % of DM (five treatments) were replaced with forage (alfalfa hay and WS) portion of diet and incubated *in vitro* using IVGP technique. Dry matter, CP, ash, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and lignin were measured.

Results and Discussion Results showed that CP content of WCT was significantly higher than WS, but it was comparable with alfalfa. At 16 h of incubation, highest and lowest volume of GP was observed by WCT and WS, respectively (P<0.05). However, highest and lowest GP at other incubation times, potential (b) and rate (c) of GP, DM, organic matter (OM), estimated metabolizable energy (ME), ammonia-N concentration and short chain fatty acid (SCFA) production were noted by incubation of alfalfa and WS respectively (P<0.05). Highest microbial protein synthesis (MPS) was observed by incubation of WCT and lowest amount was for WS (P<0.05). By inclusion of WCT up to 20 % of diet, except for MPS which was increased significantly (P<0.05),

1 and 2- Assistant Professor and PhD student of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran
3- Assistant Professor, Animal Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran
4- Assistant Professor, Animal Science Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center AREEO, Ardabil, Iran
(*- Corresponding Author Email: azizi.ay@lu.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i2.78541

other IVGP and fermentation parameters were unchanged among dietary treatments (P>0.05).

Conclusion In conclusion, results from the present study indicate that WCT has potential nutritional value to be used in ruminant diets at up to 20% DM without the risk of digestive disturbances. Its nutritive value was also higher that wheat straw while it had a comparable CP content to alfalfa. However, further *in vivo* studies are needed to validate the benefits of introducing such a by-product in ruminant nutrition. Further studies such as determining potential anti-nutritional factors, as well as the mineral profiles of WCT, will be of great help for optimizing their incorporation in animal nutrition.

Keywords: Carrot tops, Digestibility, Fermentation, Gas production, Nutritive value.